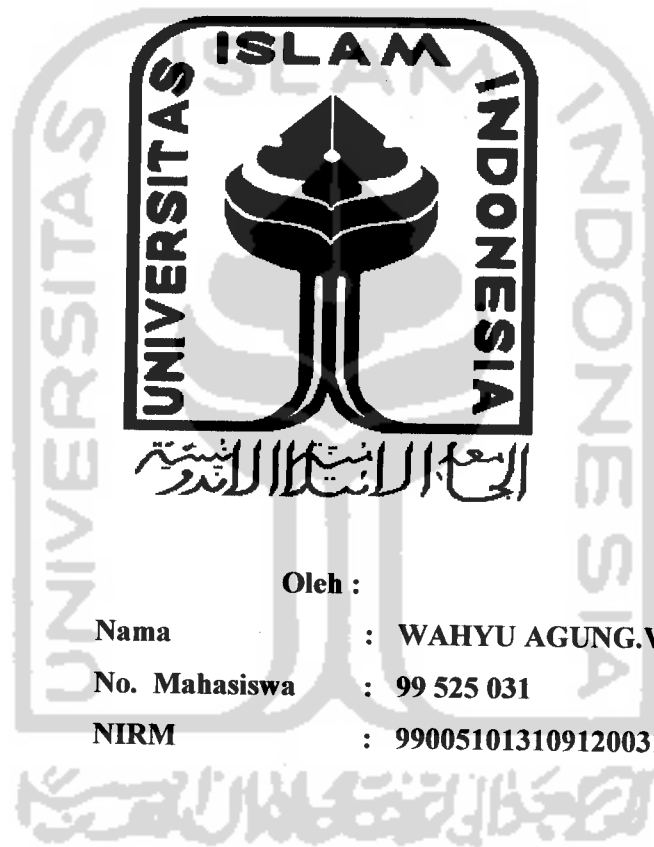


**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN PERALATAN
PEMBUAT SERBUK LOGAM DENGAN METODA
ATOMISASI UDARA
TUGAS AKHIR**

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin



Oleh :

Nama : WAHYU AGUNG.W

No. Mahasiswa : 99 525 031

NIRM : 990051013109120031

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

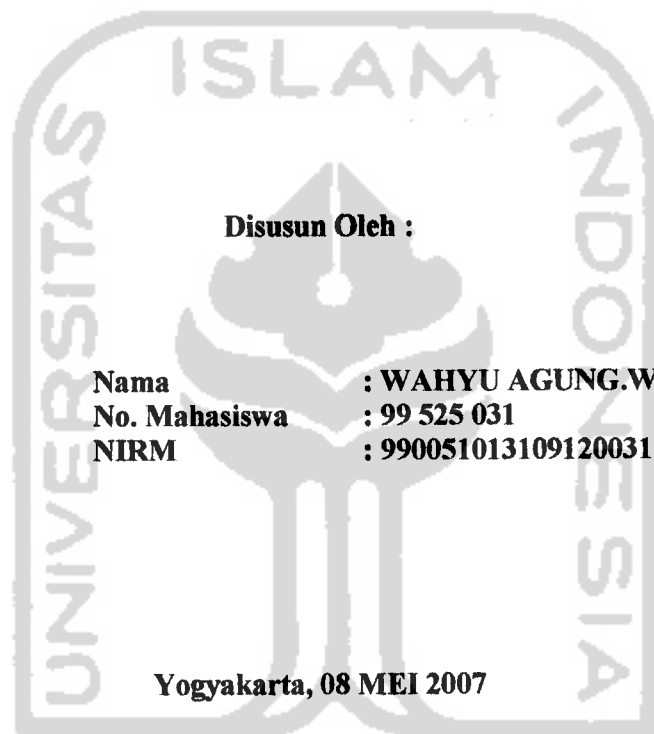
JOGJAKARTA

2007

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN PERALATAN PEMBUAT SERBUK LOGAM DENGAN METODA ATOMISASI UDARA

TUGAS AKHIR



Menyetujui

Pembimbing I



(M. Ridlwan, ST., MT.)

LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN PERALATAN PEMBUAT SERBUK LOGAM DENGAN METODA ATOMISASI UDARA

TUGAS AKHIR

Oleh :

Nama : WAHYU AGUNG.W
No. Mahasiswa : 99 525 031
NIRM : 990051013109120031

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 02 JUNI 2007

Tim Penguji,

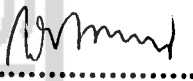
Ir. Hudaya, MM
Ketua

Agung Nugroho Adi, ST., MT
Anggota I

Muhammad Ridlwan, ST., MT
Anggota II



.....



.....



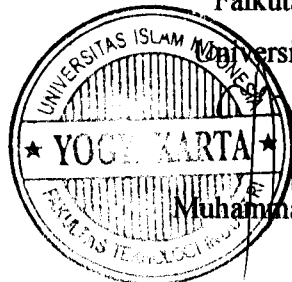
.....

Mengetahui :

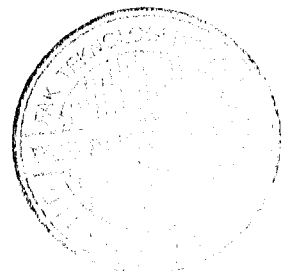
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Fakultas Teknik Industri

Universitas Islam Indonesia



Muhammad Ridlwan, ST., MT



PERSEMBAHAN

Kupersembahkan Tugas Akhir ini buat....

Bapak dan Ibuku tersayang, terima kasih atas

keikhlasan,

ketulusan do'a dan restumu untuk ananda.

(BAPAKKU, SUDJIWO RIADI)

(IBUKU, WAGIRAHNY)

Adikku berdua yang selalu memberi dorongan semangat
dan bantuan selama ini.

(NURY, PUJIE)

Dosen-dosen di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi
Industri, Universitas Islam Indonesia yang dengan tulus
ikhlas dan penuh kesabaran telah mendidik dan
membimbingku.

"Semua teman-temanku yang telah banyak membantu
dan mengisi hari-hariku"

MOTTO

"Al-Qur'an adalah penerangan bagi seluruh manusia, dan petunjuk serta pelajaran bagi orang-orang yang bertakwa."

(QS : Ali Imran : 138)

"Allah pasti akan mengangkat orang yang beriman dan berilmu pengetahuan diantaramu beberapa tingkat lebih tinggi dan Allah tahu benar segala yang kamu lakukan."

(QS : Al Mujaadillah 11)

"Dan kami turunkan kepadamu Al Qur'an untuk menjelaskan segala sesuatu dan petunjuk serta rahmat dan kabar gembira bagi orang-orang muslim."

(QS : An Nahl 89)

"Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan."

(QS : Asy Syarh 5)

"Dan barang siapa buta di dunia ini, maka akan buta pula di akhirat dan lebih tersesat lagi dari jalan yang benar."

(QS : Al-Israa' : 72)

KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrohim

Assalamu'alaikum Wr.Wb

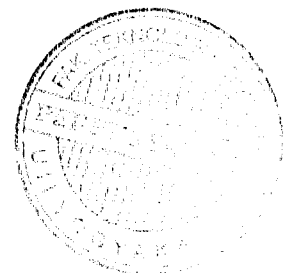
Puji syukur Penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena dengan rahmat serta hidayah Nya, Penulis mampu menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, Sholawat dan Salam Penulis panjatkan kepada Nabi kita yaitu Nabi Besar Muhammad SAW dan para Sahabatnya yang selalu setia mendampingi dalam berda'wah, sehingga Penulis mampu menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul "Perancangan dan pembuatan peralatan pembuat serbuk logam dengan metoda atomisasi udara".

Penulisan Tugas Akhir ini merupakan syarat untuk menyelesaikan Jenjang Strata-1 Jurusan Teknik Mesin Pada Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Penulis telah berusaha sebaik mungkin dalam menyusunnya, namun penulis juga menyadari bahwa penulisan ini masih jauh dari sempurna sebagai sebuah laporan Tugas Akhir.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada:

1. Bapak Fathul Wahid, ST., MSC, Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Jogjakarta.
2. Bapak Muhammad Ridlwan, ST.,MT, Selaku Kepala Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia Jogjakarta.
3. Bapak Muhammad Ridlwan, ST., MT. Dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan waktu dan sumbangan pikiran.
4. Bapak/Ibu dosen pengajar di Jurusan Teknik Mesin, serta karyawan FTI UII yang telah membimbing dan membantu baik kegiatan akademis maupun administratif.



5. My Family dimanapun berada, yang telah dengan sangat sabar menunggu hingga penulis menyelesaikan masa studiku di UII.
6. Yudi Leha, Heri, Citra terima kasih atas kebersamaannya di saat-saat kita menyelesaikan tugas akhir, semoga persahabatan kita tidak sampai sebatas disini saja ok. Yudi dan Heri kalo mudik jangan lupa Yogyanya ok
7. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu, yang telah memberikan bantuan sehingga penulisan Tugas Akhir ini bisa selesai.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih banyak kekurangannya, untuk itu saran dan kritik yang sifatnya membangun penulis harapkan untuk kesempurnaan laporan di masa yang akan datang. Penulis harapkan semoga laporan kerja praktek ini bermanfaat bagi semua pihak yang berkepentingan khususnya kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi.

*Alhamdulillahirobilalamin
Wassalamu'alaikum Wr. Wb*

Yogyakarta, 08 Mei 2007



Penulis

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN PERALATAN PEMBUAT SERBUK LOGAM DENGAN METODA ATOMISASI UDARA

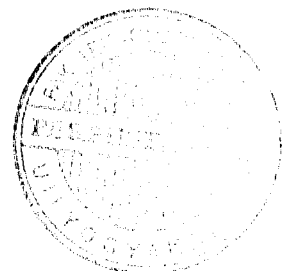
Abstraksi

Pada proses pembuatan serbuk logam dengan metoda atomisasi udara agar dapat menghasilkan serbuk logam yang lebih banyak dapat dilakukan penambahan nosel yaitu dari 2 nosel menjadi 3 nosel dan 4 nosel. Dengan penambahan nosel ini diharapkan meningkatkan efisiensi proses pembuatan serbuk logam tersebut. Setiap metoda atomisasi menghasilkan serbuk dengan karakteristik tertentu. Teknik penggunaan sumber energi-energi yang lain memungkinkan ditemukannya metoda-metoda atomisasi baru contohnya metoda atomisasi udara.

Pada perancangan ini langkah yang dilakukan ada beberapa tahap yaitu, pembuatan chamber, pembuatan corong, nosel dan dudukan corong dan nosel. Setelah semua dirakit dengan posisi nosel dan corong membentuk sudut 45° dari dudukannya, nosel dihubungkan dengan kompresor yang beretekananan 10 bar. Sebanyak 2 buah, langkah selanjutnya material aluminium dilebur dan dituang ke corong dengan keadaan katup kompresor dibuka. Hasil serbuk yang terbentuk kemudian diayak dan dianalisa.

Empat hal yang berpengaruh dalam proses atomisasi dengan metoda atomisasi udara ini yaitu material awal, tekanan udara, jumlah nosel, sudut nosel dan sudut corong, material yang digunakan dalam penelitian ini adalah aluminium sisa proses produksi atau tatal aluminium, serbuk logam yang dihasilkan dari proses atomisasi metoda atomisasi udara ini memiliki karakteristik bentuk bulat (spherical) dan tetes air mata (tear drop), ukuran relatif kecil, dan seragam, permukaan halus. Proses atomisasi yang menghasilkan serbuk yang halus dan jumlahnya banyak disebabkan karena energi yang dihembuskan kedalam logam cair lebih besardan jumlah nosel yang banyak yaitu dari 2 sampai 4 nosel.

Kata kunci : Serbuk logam, Atomisasi udara, Perancangan alat.



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBARAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBINGAN	ii
LEMBARAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
HALAMAN MOTTO	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAKSI	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL DAN GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	2
1.5. Manfaat Penelitian.....	2
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1. Karakteristik Serbuk.....	3
2.2. Bentuk Partikel.....	4
2.3. Ukuran Partikel.....	4
2.4. Distribusi Partikel.....	7
2.5. Proses Pembuatan Serbuk.....	7
2.5.1. Metode Atomisasi.....	7
2.5.2. Metode Atomisasi Gas.....	9
2.5.3. Metoda Atomisasi Air.....	10
2.5.4. Metoda Atomisasi Sentrifugal.....	12

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode Pengujian.....	14
3.2. Bahan dan Peralatan	15
3.2.1. Bahan Penelitian	15
3.2.2 Peralatan Penelitian.....	16
3.3. Proses Atomisasi Semprotan Udara	16
3.4. Pengujian Ukuran Serbuk	17
3.5. Pengujian Distribusi Berat Serbuk	18
3.6. Pengujian Struktur Makro.....	18

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Bagian Alat Percobaan Dan Pengujian.....	19
4.1.1. Bagian Alat Dan Spesifikasi	19
4.2. Persiapan Pembuatan Serbuk.....	24
4.3. Pelaksanaan Percobaan.....	24
4.3.1. Persiapan Dapur Peleburan	24
4.3.2. Persiapan Dan Percobaan Alat Pembuat Serbuk.....	25
4.4. Hasil Serbuk.....	31
4.5. Bentuk Serbuk.....	34
4.6. Hasil analisa.....	35

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	36
5.2. Saran	36

DAFTAR PUSTAKA.....	37
----------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	xiii
----------------------	-------------

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Standar ukuran Ayakan (<i>standart sieve size</i>).....	7
Tabel 4.1	Hasil Pengayakan Proses Atomisasi Udara Menggunakan 2 Nozel	32

DAFTAR GAMBAR.

Gambar 2.1	Bentuk – bentuk partikel serbuk	4
Gambar 2.2	<i>Possible Size Measure</i>	5
Gambar 2.3	Diameter Bola Ekuivalen	5
Gambar 2.4	Metoda ayakan (<i>screening</i>)	7
Gambar 2.5	Distribusi ukuran partikel.....	8
Gambar 2.6	Metode atomisasi gas vertikal	9
Gambar 2.7	Serbuk hasil atomisasi gas.....	10
Gambar 2.8	Metode atomisasi air	11
Gambar 2.9	Serbuk yang dibuat dengan metode atomisasi air.....	12
Gambar 2.10	Metode atomisasi elektroda berputar	12
Gambar 2.11	Serbuk hasil atomisasi elektroda berputar.....	13
Gambar 3.1	Diagram alir perancangan alat	14
Gambar 3.2	Proses peleburan alumunium menggunakan burner Dengan bahan bakar minyak tanah	15
Gambar 3.3	Metode atomisasi Udara.....	16
Gambar 3.4	Sieve Analysis Mesh	17
Gambar 3.5	Timbangan Digital	18
Gambar 3.6	Mikroskop Optik.....	18
Gambar 4.1	Chamber	20
Gambar 4.2	Nozel	20
Gambar 4.3	Corong.....	21
Gambar 4.4	Kompressor.....	21
Gambar 4.5	Dapur Peleburan	22
Gambar 4.6	Dudukan Nozel dan Corong	23

Gambar 4.7	Kaki-kaki	23
Gambar 4.8	Tutup Chamber	23
Gambar 4.9	Proses Peleburan	24
Gambar 4.10	Alat Atomisasi dan Nozel Sesudah Dirakit.....	25
Gambar 4.11	Penuangan Aluminium Cair	27
Gambar 4.12	Pengambilan Serbuk.....	28
Gambar 4.13	Proses Pengayakan	29
Gambar 4.14	Timbangan Digital	29
Gambar 4.15	Alat Uji Foto Mikroskop	30
Gambar 4.16	Hasil Serbuk Aluminium.....	31
Gambar 4.17	Hasil Serbuk Aluminium Setelah Ayak	31
Gambar 4.18	Grafik Berat Dari Tiap-tiap Mesh.....	32
Gambar 4.19	Grafik Persentase Kumulatif Partikel	33
Gambar 4.20	Hasil Pembesaran Mikroskop Optik.....	34



BAB I

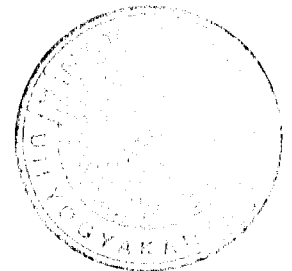
PENDAHULUAN

1. LATAR BELAKANG

Teknologi metalurgi serbuk adalah salah satu teknologi pengerjaan logam yang telah banyak digunakan dan dikembangkan di dalam industri manufaktur saat ini, baik untuk membuat komponen-komponen dari bahan *fero* maupun *non-fero*. Secara umum, proses dalam metalurgi serbuk adalah sebagai berikut : sejumlah serbuk dari bahan murni atau bahan paduan dipadatkan di dalam cetakan, kemudian disinter atau dipanaskan di dalam tungku (*furnace*) pada temperatur tertentu hingga terjadi ikatan antar partikel serbuk tersebut. Beberapa keuntungan dari teknologi metalurgi serbuk, yaitu : menghilangkan atau meminimasi proses pemesinan, tidak ada material yang terbuang, ketelitian dan kehalusan permukaan tinggi, kekuatan dan ketahanan aus meningkat, serta bentuk produk yang kompleks.

Secara umum ada empat metoda utama pembuatan serbuk, yaitu metoda fabrikasi mekanik, metoda reaksi kimia, metoda elektrolisa, dan metoda atomisasi. Setiap metoda tersebut menghasilkan serbuk dengan karakteristik tertentu. Salah satu metoda yang digunakan untuk membuat serbuk secara massal adalah metoda atomisasi udara.

Dengan metoda atomisasi udara, butiran serbuk logam yang dihasilkan akan lebih halus dan lebih banyak, ini disebabkan karena logam cair yang terpecah oleh semprotan udara tidak cepat beku dan masih mungkin butiran yang terbentuk akan pecah lagi terkena semprotan udara yang dihembuskan melewati beberapa nozel aliran udara. Bentuk butiran yang dihasilkan juga akan lebih halus dan rata karena dengan metoda ini butiran serbuk tidak banyak mengalami korosi dan oksidasi, keuntungan dengan beberapa nozel pada alat ini juga berpengaruh pada bentuk butiran serbuk, dengan alat ini serbuk cenderung bulat karena tekanan udara yang membentuk butiran serbuk berada pada beberapa titik arah



dan serbuk mudah terbentuk karena proses pendinginan atau proses atomisasi dengan udara relatif lebih lama, dengan demikian maka serbuk yang dihasilkan oleh alat ini akan lebih berkualitas.

1.2. RUMUSAN MASALAH

Bagaimana bentuk serbuk yang dihasilkan dari proses atomisasi dengan menggunakan tekanan udara dari kompresor.

1.3. BATASAN MASALAH

Batasan masalah pada perancangan alat pembuat serbuk logam dengan metoda semprotan udara meliputi:

- Perancangan alat pembuat serbuk logam dengan metoda atomisasi udara menggunakan 2,3,4 nozel dengan sumber tekanan udara dari kompresor.
- Material yang digunakan berupa logam Aluminium.

1.4. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan membuat alat pembuat serbuk logam dengan metoda atomisasi udara.

1.5. MANFAAT PENELITIAN

Manfaat dari proses penelitian ini adalah :

- Mengetahui kualitas serbuk yang dihasilkan dari metoda atomisasi udara dengan material awal berupa Aluminium cair.
- Serbuk sebagai bahan baku pembuatan produk dengan cara disintering, serbuk yang dihasilkan sebagai bahan baku dalam proses metalurgi serbuk dan pemesinan.

BAB II

LANDASAN TEORI

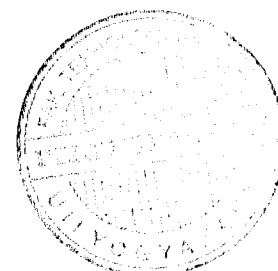
Proses semburan oksi-asitilen adalah proses pembuatan serbuk logam dengan semburan panas menggunakan sumber energi nyala oksi-asitilen dan bahan baku logam awal adalah aluminium cair. Salah satu keuntungan dari proses semburan panas ini adalah banyaknya jenis material yang dapat digunakan dalam proses ini (Pawlowski, 1995).

Beberapa teknologi yang digunakan dalam proses semburan panas, yaitu: nyala oksi-asitilen, busur listrik, dan busur plasma. Aplikasi proses semburan panas adalah untuk perlindungan terhadap korosi (Kadyrop dan Getman, 2001). Bentuk serbuk yang bagus digunakan sebagai bahan baku proses semburan panas adalah bentuk bola, karena memiliki sifat mampu alir yang tinggi dan kondisi yang optimal pada saat partikel dicairkan dan di semprotkan (Mikliddk, 2001).

Dalam metoda atomisasi gas, semakin besar energi yang diberikan kepada logam cair maka akan dihasilkan serbuk yang lebih halus (German, 1984). Semakin tinggi temperatur logam cair maka serbuk yang dihasilkan semakin halus (Kharitonov dan Sheikhaliev, 1985). Penggunaan atmosfer gas *inert* pada proses atomisasi dapat meningkatkan efektivitas proses disintegrasi logam cair dengan cara melindungi doplet dari oksidasi (Putimtsev, 1972).

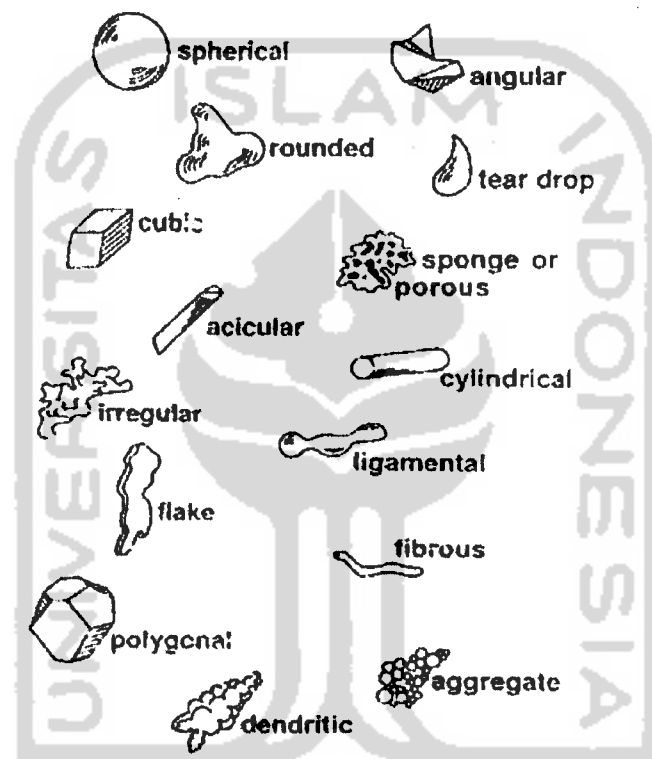
2.1. KARAKTERISASI SERBUK

Partikel didefinisikan sebagai unit terkecil dari serbuk yang tidak dapat dibagi lagi. Dalam metalurgi serbuk, partikel mempunyai ukuran lebih besar dari asap ($0,01 - 1 \mu\text{m}$) namun lebih kecil dari pasir ($0,1 - 3 \text{mm}$). Karakteristik yang penting dari partikel adalah distribusi serbuk dan ukuran partikel, bentuk dan struktur internal partikel, luas permukaan, gesekan antar partikel, karakteristik alir (*flow characteristic*) dan mampu-mampat (*compressibility*), mampu isi (*packing*), serta komposisi, homogenitas, dan kontaminasi.



2.2. BENTUK PARTIKEL

Bentuk partikel serbuk tergantung pada bagaimana proses pembuatan serbuk dilakukan. Bentuk partikel ini mempengaruhi sifat ketertampu-mampatan (*compressibility*), karakteristik alir (*flow characteristic*), dan ketertampu-isian (*packing*) dari serbuk. Berbagai bentuk partikel serbuk dapat dilihat pada gambar 2.1 :

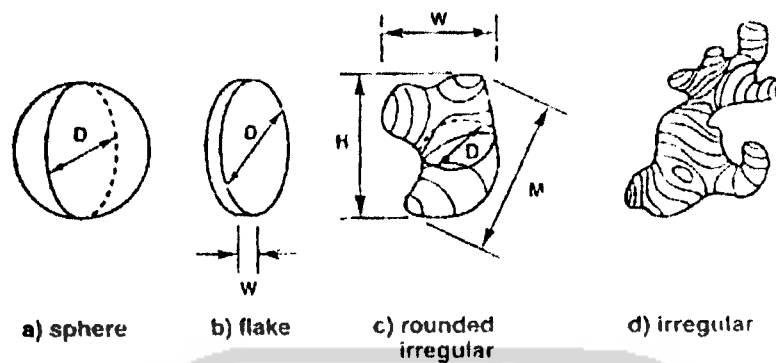


Gambar 2.1. Bentuk-bentuk partikel serbuk (German, 1984)

2.3. Ukuran Partikel

Ukuran partikel merupakan salah satu karakteristik penting dalam metalurgi serbuk. Ada dua cara penentuan ukuran partikel, yaitu : *Possible Size Measure* dan *Equivalent Sphere Diameter*.

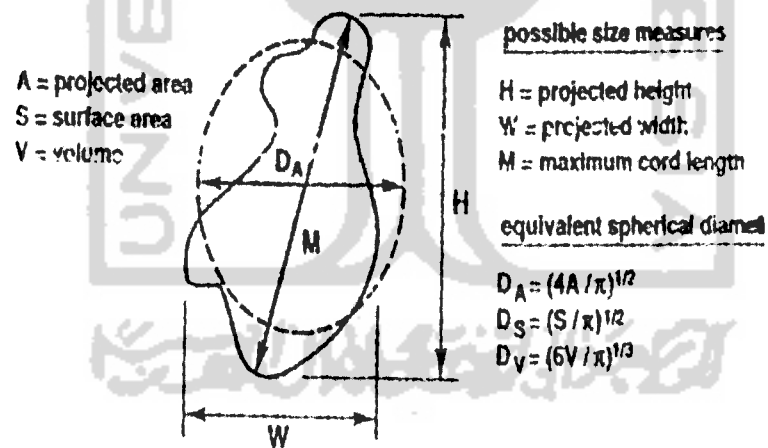
Possible Size Measure



Gambar 2.2. Possible Size Measure (German, 1984).

Equivalent Sphere Diameter

Diameter Bola Ekuivalen (Equivalent Sphere Diameter) dapat ditentukan dari luas permukaan, volume, dan luas proyeksi dari partikel, seperti pada gambar 2.3 :



Gambar 2.3. Diameter Bola Ekuivalen (German, 1984)

Diameter Bola Ekuivalen Berdasarkan Luas Proyeksi Partikel (D_A)
dirumuskan sebagai berikut :

$$A = \frac{\pi \cdot D_A^2}{4}$$

kemudian,

$$D_A = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}}$$

dimana, A = luas proyeksi partikel (mm^2)

Diameter Bola Ekuivalen Berdasarkan Volume Partikel (D_V) dirumuskan :

$$V = \frac{\pi \cdot D_V^3}{6}$$

kemudian,

$$D_V = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot V}{\pi}}$$

dimana, V = volume bola partikel (mm^3)

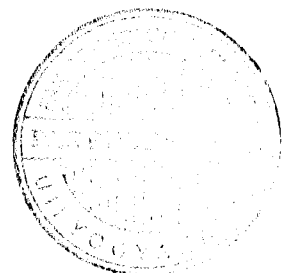
Diameter Bola Ekuivalen Berdasarkan Luas Permukaan Partikel (D_S)
dirumuskan :

$$S = \pi \cdot D_s^2$$

kemudian,

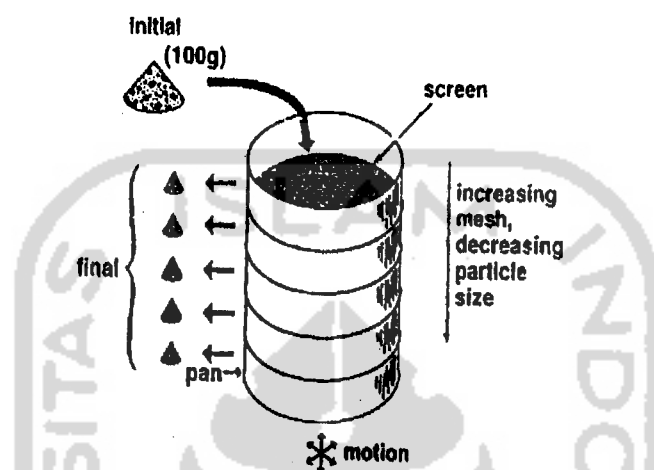
$$D_s = \sqrt{\frac{S}{\pi}}$$

dimana, S = luas permukaan partikel (mm^2)



2.4. Distribusi Ukuran Partikel

Metoda yang umum dan dapat digunakan dengan cepat untuk menentukan ukuran partikel secara kolektif adalah menggunakan metoda ayakan (*screening*), seperti yang terlihat pada gambar 2.4 :

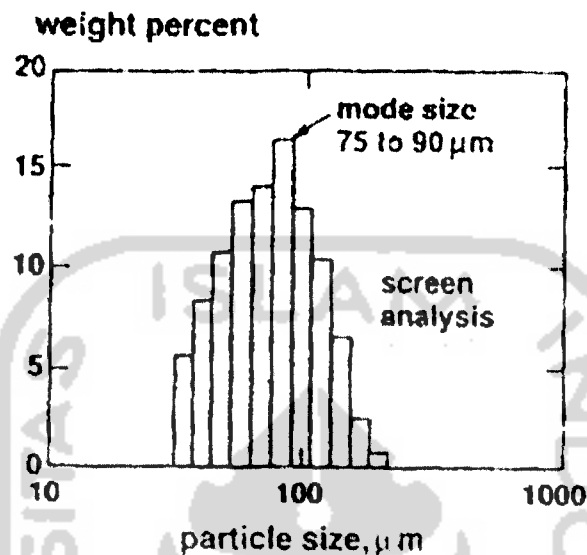


Gambar 2.4. Metoda ayakan (*screening*).

Tabel 1. Standar ukuran ayakan (*standard sieve size*)

ukuran ayakan	ukuran lubang, μm	ukuran ayakan	ukuran lubang, μm
18	1000	100	150
20	850	120	125
25	710	140	106
30	600	170	90
35	500	200	75
40	425	230	63
45	355	270	53
50	300	325	45
60	250	400	38
70	212	450	32
80	180	500	25
		600	20

Ukuran partikel secara kolektif dinyatakan dalam analisis distribusi ukuran partikel yang berbentuk grafik histogram. Grafik ini menunjukkan jumlah serbuk yang berada dalam setiap inkremen ukuran partikel, seperti pada gambar 2.5 :



Gambar 2.5. Distribusi ukuran partikel (*German, 1984*)

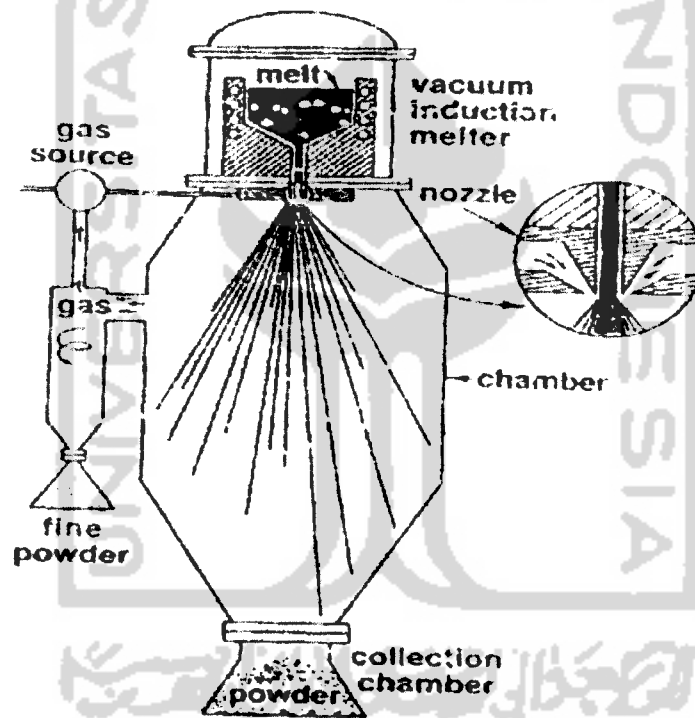
2.5. PROSES PEMBUATAN SERBUK .

2.5.1. Metode Atomisasi

Prinsip kerja dari metoda atomisasi adalah memecah atau mengatomisasi logam cair menjadi partikel serbuk dengan cara menembakkan gas atau fluida bertekanan tinggi dari nosel. Beberapa metoda yang termasuk dalam metoda atomisasi adalah metoda atomisasi gas, metoda atomisasi air, dan metoda atomisasi sentrifugal.

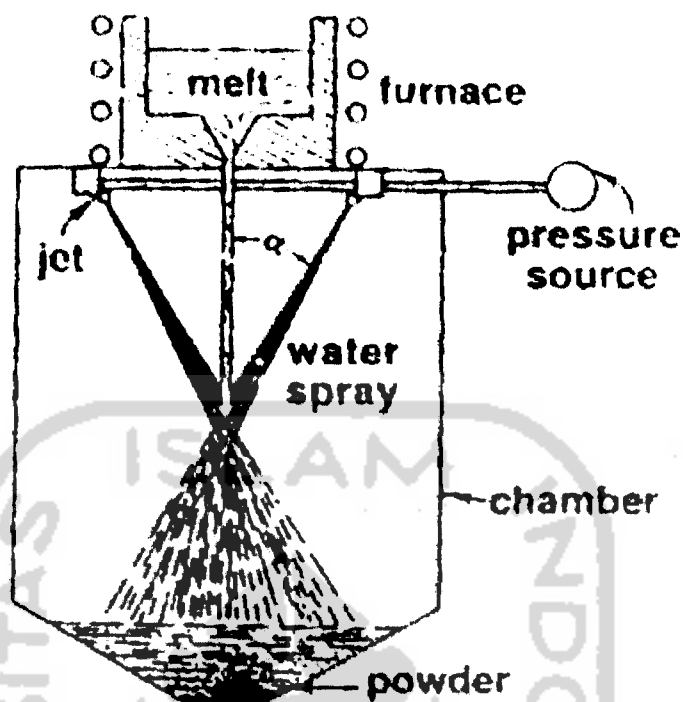
2.5.2. Metoda Atomisasi Gas

Prinsip kerja dari metoda atomisasi gas adalah sejumlah logam dicairkan dengan tungku induksi yang berada di atas. Logam yang telah mencair dialirkan ke dalam nosel. Gas bertekanan tinggi keluar dengan cepat dari beberapa lubang yang dipasang di sekeliling nosel tersebut. Gas yang tereksansi dengan cepat ini memecah dan mengatomisasi aliran logam cair yang keluar dari nosel menjadi butiran-butiran kecil. Semakin besar kecepatan gas yang keluar dari nosel maka semakin halus partikel yang dihasilkan. Prinsip kerja metoda atomisasi gas dapat dilihat pada gambar 2.6 :



Gambar 2.6 Metoda atomisasi gas vertikal (German, 1984)

Gas yang biasa digunakan dalam metoda atomisasi ini adalah udara, nitrogen, argon, dan helium. Gas dalam metoda ini selain berfungsi untuk mengatomisasi logam cair, juga untuk melindungi butiran logam dari oksidasi.

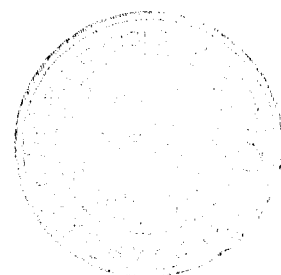


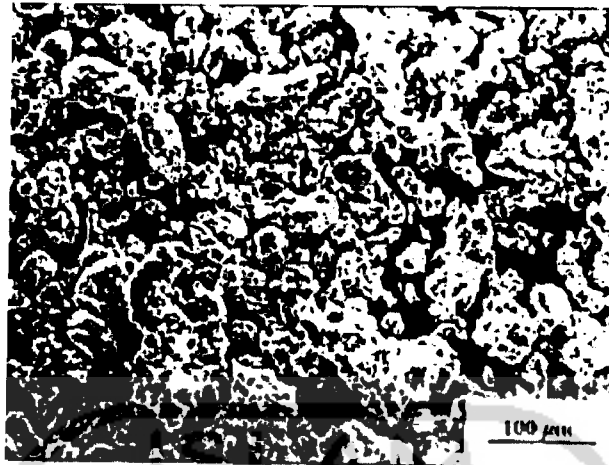
Gambar 2.8 Metoda atomisasi air (German, 1984)

Logam dicairkan dalam tungku, kemudian dialirkan ke bawah melalui lubang yang berada pada dasar tungku. Air bertekanan tinggi disemprotkan ke arah aliran logam cair yang sedang jatuh, sehingga terjadi pemecahan aliran logam cair yang disertai dengan proses pendinginan cepat. Logam cair terpecah menjadi butiran-butiran kecil dan mengalami pembekuan dengan cepat, terbawa oleh aliran air jatuh ke bawah dalam bentuk serbuk.

Karakteristik serbuk yang dihasilkan dipengaruhi oleh kecepatan dan tekanan air yang memecah aliran logam cair, sudut pancar air terhadap nosel, perbandingan antara debit air dengan debit logam cair, jumlah nosel air yang digunakan, karakteristik dari logam yang dibuat serbuk, dan faktor-faktor lainnya.

Bentuk serbuk yang dihasilkan dari metoda atomisasi ini adalah tidak beraturan dan kasar yang disertai dengan oksidasi. Hal tersebut disebabkan karena proses pendinginan yang cepat, seperti yang terlihat pada gambar 2.9 :



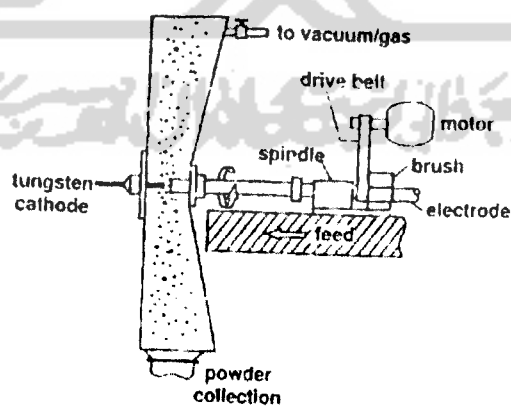


Gambar 2.9 Serbuk yang dibuat dengan metoda atomisasi air (German, 1984)

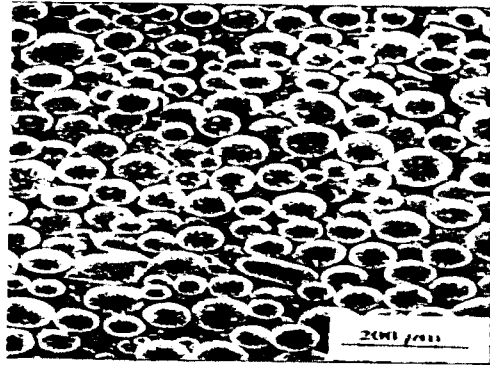
2.5.4. Metoda Atomisasi Sentrifugal

Metoda ini memanfaatkan gaya sentrifugal untuk memecah logam cair menjadi bentuk percikan-percikan logam cair, kemudian berubah menjadi bentuk serbuk yang padat karena adanya pendinginan yang cepat. Semakin besar gaya sentrifugal akibat putaran semakin cepat, maka butiran serbuk yang dihasilkan juga semakin halus.

Salah satu contoh yang termasuk dalam metoda atomisasi sentrifugal ini adalah metoda elektroda berputar (*rotating electrode*), seperti yang terlihat pada gambar 2.10 :



Gambar 2.10. Metoda atomisasi elektroda berputar (German, 1984)



Gambar 2.11 Hasil serbuk dengan metoda atomisasi elektroda berputar (German, 1984)

Prinsip kerja dari metoda ini adalah sebagai berikut : batang logam yang akan dibuat serbuk berperan sebagai anoda, dipasangkan ke spindel yang berputar. Batang ini dipanaskan oleh *stationary tungsten electrode* berperan sebagai katoda yaitu dengan pancaran busur listrik yang timbul di antara keduanya. Logam yang telah mencair terlempar menjadi butiran-butiran akibat gaya sentrifugal dari batang yang berputar.

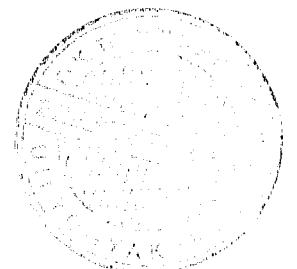
Keuntungan dari metoda sentrifugal ini adalah serbuk yang dihasilkan lebih bersih, mempunyai bentuk bulat, ukuran partikel relatif kecil dan seragam, dan sedikit kontaminasi, seperti terlihat pada contoh gambar 2.11.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Pengujian



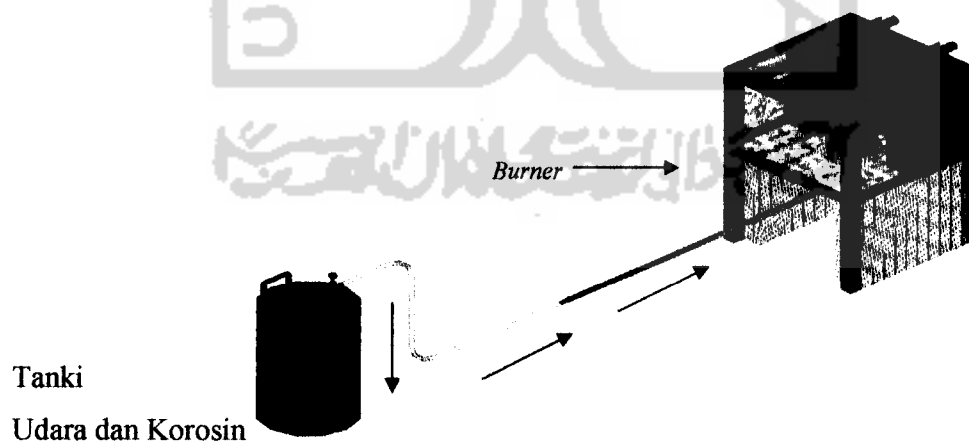
Gambar 3.1 Diagram alir perancangan alat.



3.2 Bahan dan Peralatan Penelitian.

3.2.1 Bahan Penelitian

Aluminium yang berupa tatal sisa proses produksi dilebur menjadi cair menggunakan kompor *burner*, dengan bahan bakar minyak dan udara. Dalam proses penyalan *burner* dilakukan secara bertahap. *Pertama*, pemanasan awal dilakukan dengan cara membakar bagian spiral dari *burner*, hal ini bertujuan untuk mendapatkan panas awal sebelum bahan bakar dialirkan ke *burner* sehingga mempercepat proses pembakaran bahan bakar. *Kedua*, sebelum *burner* dinyalakan kran pada tangki dibuka untuk mengalirkan bahan bakar, karena adanya tekanan udara yang besar pada tangki dan pemanasan awal bahan bakar yang keluar dari *burner* akan berbentuk butiran-butiran, dengan kondisi tersebut *burner* bisa dinyalakan. Untuk mendapatkan energi panas yang maksimal dalam proses peleburan posisi *burner* sedapat mungkin tepat di bawah ladle. Selama proses peleburan tekanan udara dalam tangki harus diperiksa agar nyala api tetap stabil. Proses peleburan dan aliran bahan bakar seperti pada gambar 3.2:



Gambar 3.2 Proses peleburan Aluminium

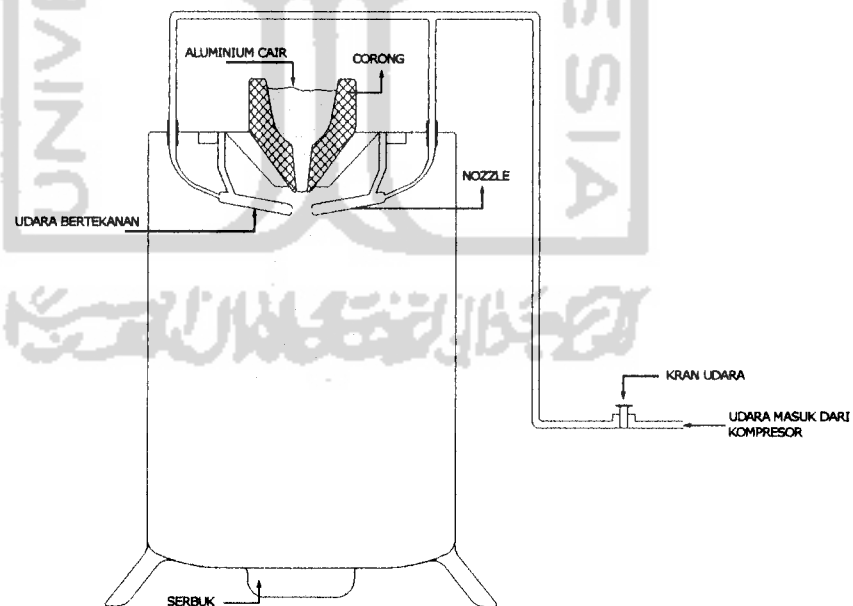
menggunakan burner dengan bahan bakar kerosin

3.2.2 Peralatan Penelitian

- Peralatan Atomisasi Udara
- Peralatan Uji Ayak
- Peralatan Mikroskop Optik

3.3 Proses Atomisasi Semprotan Udara

Prinsip kerja dari metoda atomisasi udara adalah sejumlah logam telah dicairkan menggunakan alat proses peleburan. Logam yang telah mencair pada titik cair $\pm 600^{\circ}\text{C}$ dialirkan melalui plat besi yang berbentuk (V), yang dipanaskan hingga logam tetap mencair. Udara bertekanan tinggi keluar pada nosel dengan cepat dari 4 sudut yang mengelilingi ujung corong udara yang tereksansi dengan cepat ini akan memecah dan mengatomisasi aliran logam cair yang mengalir keluar dari ujung aliran menjadi butiran-butiran kecil. Semakin besar kecepatan udara yang keluar dari nosel maka semakin halus partikel yang dihasilkan. Prinsip kerja metoda atomisasi udara dapat dilihat pada gambar 3.3 :



Gambar 3.3 Metoda atomisasi udara.

Proses pendinginan menggunakan semprotan udara dalam metoda ini selain berfungsi untuk mengatomisasi logam cair, juga untuk mengurangi oksidasi pada butiran serbuk aluminium yang telah terbentuk.

3.4 Pengujian ukuran serbuk

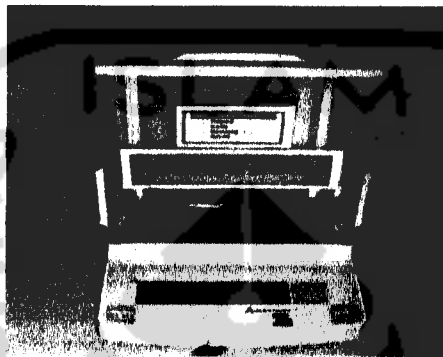
Serbuk yang dihasilkan dari proses atomisasi udara ini diuji dengan pengujian ayakan atau *sieve analysis mesh*. Pengujian ayakan ini bertujuan untuk memisahkan serbuk berdasarkan tingkatan ukuran mesh. Tingkatan ukuran mesh yang digunakan ada 11 (sebelas) tingkatan yaitu ukuran mesh 4, 8, 16, 30, 120, 140, 170, 200, 270, 300, >300. Adapun gambar alat ayakan seperti gambar 3.4:



Gambar 3.4 *Sieve Analysis Mesh*

3.5 Pengujian Distribusi Berat Serbuk

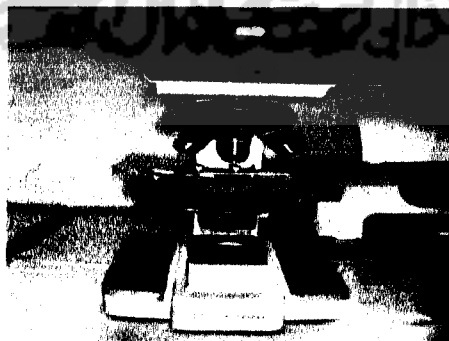
Setelah serbuk-serbuk tersebut dipisahkan menurut ukuran mesh, kemudian dilakukan penimbangan. Penimbangan ini bertujuan untuk mengetahui distribusi berat ukuran serbuk yang dihasilkan dari proses atomisasi udara ini. Ukuran serbuk secara kumulatif dapat ditentukan dari persen kumulatif berat serbuk. Serbuk yang sudah jadi, ditimbang dengan timbangan digital. Adapun gambar dari timbangan digital yaitu pada gambar 3.5:



Gambar 3.5 Timbangan Digital

3.6 Pengujian Struktur Makro

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui struktur makro dari serbuk hasil proses atomisasi. Pengujian ini menggunakan Mikroskop Optik dengan pembesaran lensa 4, 10 dan 40, sehingga dapat dilihat struktur makro, bentuk dan ukuran serbuk secara jelas. Pengujian ini menggunakan mikroskop optik. Adapun gambar mikroskop optik seperti gambar 3.6.:



Gambar 3.6 Mikroskop Optik

BAB IV

HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. BAGIAN-BAGIAN ALAT PERCOBAAN DAN PENGUJIAN

4.1.1. Bagian Alat Dan Spesifikasi

Pada alat pembuat serbuk logam dengan metoda atomisasi udara, ada beberapa bagian utama dari alat antara lain:

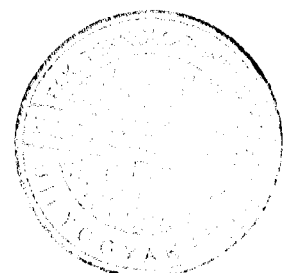
- *Chamber*
- Nozel
- Corong
- Kompresor
- Dapur peleburan

Pada pengujian ada pula alat yang harus digunakan yaitu:

- Ayakan (*Sieve Analysis Mesh*)
- Timbangan digital
- Mikroskop optik digital

Adapun alat bantu percobaan dan pengesetan alat adalah:

- Kain kassa
- Tang
- Obeng
- Kunci ring ukuran 10
- Selang dan air bersih
- Nampan besar untuk tampungan serbuk



Pada alat pembuat serbuk dengan metoda atomisasi udara ini mempunyai spesifikasi dimensi ukuran sebagai berikut :



Gambar 4.1 Chamber.

Chamber

- Diameter : 90 cm
- Tinggi : 120 cm
- Bahan : Aluminium

Chamber berfungsi untuk menampung serbuk yang terbentuk oleh proses atomisasi udara, pada *chamber* dibuat dimensi ukuran yang besar dengan tujuan agar serbuk yang terbentuk bisa benar-benar bulat, atau menghindari benturan butiran serbuk yang masih cair pada dinding *chamber*.

Pada *chamber* juga terdapat tutup yang berada pada bagian bawah *chamber*, tutup ini berfungsi sebagai penampung hasil serbuk dan tempat mengeluarkan serbuk setelah proses atomisasi.

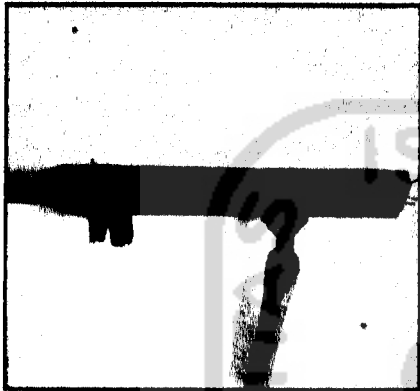


Gambar 4.2 Nozel

Nozel

- Panjang : 10 cm
- Diameter : 2 mm
- Bahan : *Stainless Steel*

Fungsi dari nozel adalah untuk pengarah semburan udara yang berasal dari tekanan udara kompresor yang bertujuan untuk memecah logam cair yang mengalir melalui corong agar terbentuk menjadi butiran-butiran serbuk. karena terekspansi udara dari berbagai arah, pada kedudukan sudut serang nozel, terdapat pengatur sudut kemiringan untuk mengatur kemiringan nozel.

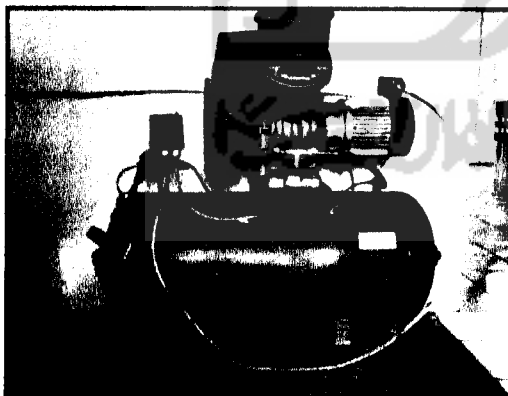


Corong

- Panjang : 25 cm
- Tinggi : 3 cm
- Bahan : Plat besi siku

Gambar 4.3 Corong

Kegunaan dari corong adalah untuk mengalirkan logam cair supaya berada pada satu titik tengah atau tepat berada pada tengah-tengah dari keempat nozel, pada corong dibuat penyetel tinggi rendah untuk mengatur kecepatan aliran dari logam cair yang dialirkan melalui corong.



Kompresor

- Tekanan : 5 bar
- Jumlah : 2 buah

Gambar 4.4 Kompresor.

Kompresor berfungsi sebagai sumber tekanan udara yang diekspansikan menuju nozel dan dihembuskan ke logam cair untuk memecah logam cair supaya terbentuk butiran-butiran serbuk, dalam percobaan ini kompresor yang dibutuhkan ada 2 (dua) yang masing-masing bertekanan 5 Bar.

Penggunaan kompresor pada perancangan ini dapat dilihat pada penjelasan berikut ini :

- Untuk 2 nozel menggunakan 1 kompresor
- Untuk 3 nozel menggunakan 2 kompresor
- Untuk 4 nozel menggunakan 2 kompresor



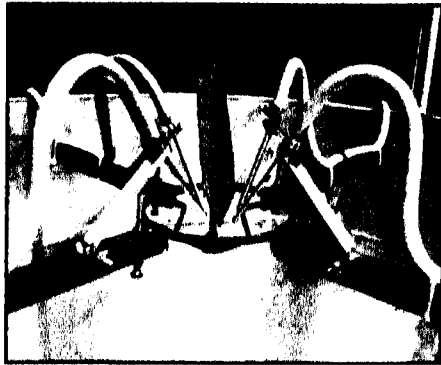
Dapur peleburan

- Kapasitas peleburan: 5,5 kg
- Bahan bakar : minyak tanah
- Volume minyak : 12 lt

Gambar 4.5 Dapur peleburan

Dalam pembuatan logam cair untuk pembuatan serbuk, membutuhkan dapur peleburan untuk mencairkan material awal yang berupa tatal sisa dari proses produksi, dalam dapur ini material awal atau tatal dipanaskan sampai titik cair.

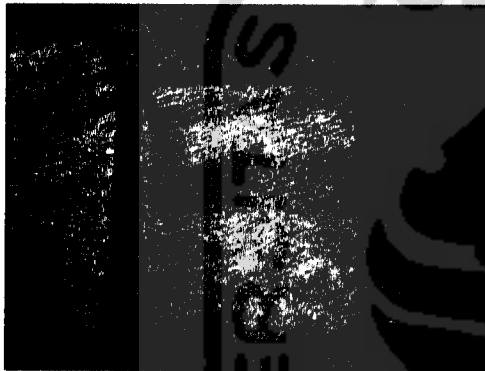
Kemudian aluminium cair tersebut dipisahkan dari kerak dan aluminium murni bisa dialirkan melalui corong, untuk dapur peleburan menggunakan bahan bakar minyak tanah, titik cair dari aluminium yaitu 660°C lama dari pemanasan kurang lebih 45 menit, alat penuangan atau gayung terbuat dari pipa tebal, keuntungan dari gayung yang berbahan pipa tebal ini adalah, saat penuangan gayung dipanaskan agar pada saat penuangan aluminium cair tidak cepat membeku.



Dudukan nozel dan corong

- Diameter : 16 cm
- Panjang Dudukan : 88 cm
- Jarak setiap dudukan : 90°
- Jumlah dudukan nozel : 4 buah

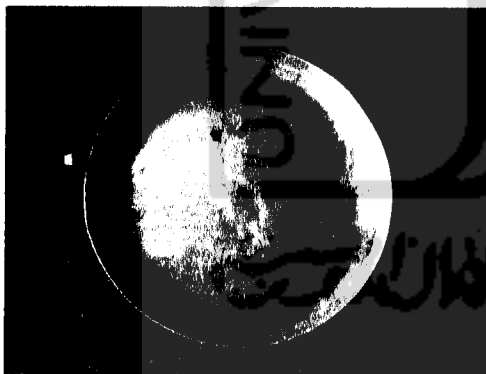
Gambar 4.6 Dudukan nozel dan corong



Kaki-kaki

- Panjang : 60 cm
- Lebar : 60 cm
- Tinggi : 5 cm
- Bahan : Pipa Besi

Gambar 4.7 Kaki-kaki



Tutup *chamber*

- Diameter : 40 cm
- Tinggi : 5 cm
- Bahan : Aluminium

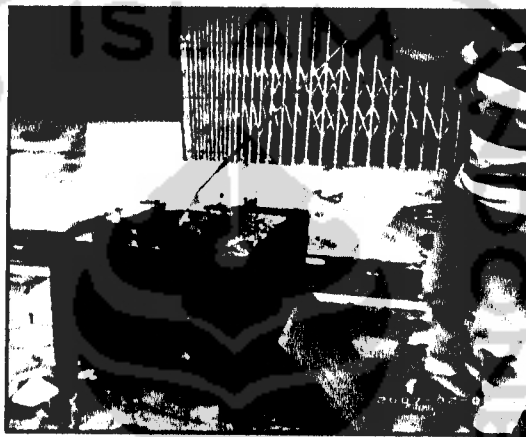
Gambar 4.8 Tutup *chamber*

4.2. Persiapan Pembuatan serbuk

1. Menyiapkan semua alat yang diperlukan dalam percobaan.
2. *Setting* alat.
3. Menyiapkan alat untuk pencatatan data.

4.3. Pelaksanaan Percobaan

4.3.1. Persiapan dapur peleburan



Gambar 4.9 Proses peleburan

Peleburan :

- A. Memeriksa tangki minyak, apakah sudah terisi minyak tanah.
- B. Tangki diisi minyak tanah sekitar tiga perempat volume tangki agar ada bagian untuk udara bertekanan.
- C. Menutup rapat-rapat saluran untuk mengisi minyak dan kran saluran keluar minyak.
- D. Mengontrol sambungan selang dari tangki ke *burner*, jangan sampai terjadi kebocoran.
- E. Menempatkan ladel pada tempatnya, kemudian diisi dengan aluminium sisa proses produksi / aluminium bekas.
- F. Menempatkan *burner* pada lubang pembakaran tepat di bawah ladel pada posisi menghadap ke atas.

- G. Memanaskan bagian ujung *burner* (bagian yang berbentuk spiral) dengan membakar kertas yang telah diberi minyak tanah.
- H. Mengisi tangki bahan bakar dengan udara bertekanan dengan bantuan kompresor sampai jarum manometer menunjukkan penuh.
- I. Bila *burner* sudah cukup panas kran saluran keluar minyak dibuka sedikit demi sedikit sampai nyala api cukup stabil.
- J. Selama proses peleburan berlangsung tekanan udara dalam tabung harus selalu diperiksa agar nyala api tetap stabil.
- K. Setelah logam dalam ladle mencair semua, terak atau kotoran yang terdapat di dalam cairan logam dikeluarkan hingga bersih dengan menggunakan pengait dari besi panjang.

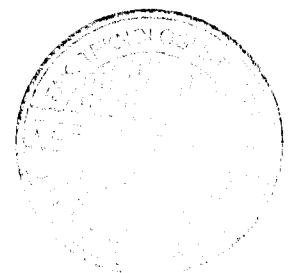
4.3.2. Persiapan dan percobaan alat pembuat serbuk



Gambar 4.10 Alat atomisasi dan nozel sesudah dirakit

Chamber :

- A. Memeriksa *chamber* dari kotoran yang ada di dalamnya, pastikan *chamber* dalam keadaan bersih dari semua kotoran.
- B. Memeriksa tutup *chamber*, rapatkan tutup supaya kencang menempel pada dasar *chamber*.
- C. Mengisi *chamber* dengan air bersih setinggi 2 Cm.



Nozel:

- A. Merakit nozel pada dudukan, kencangkan baut apabila kendur.
- B. Mengatur keempat nozel dengan sudut kemiringan 45° agar ujung nozel jaraknya berada pada satu titik.
- C. Untuk mengatur jarak nozel, putar baut penyetel dudukan nozel pada kerangka utama dudukan nozel.
- D. Memasang selang pada ujung nozel dan dikencangkan dengan klem pengikat agar tidak terjadi kebocoran.

Corong :

- A. Membersihkan corong dari karat dengan menggunakan amplas yang halus.
- B. Memasang dudukan corong pada kerangka utama kemudian pasang corong dan dijepit menggunakan penjepit yang sudah tersedia.
- C. Menyetel kemiringan corong untuk mengatur aliran logam cair.
- D. Untuk menyetel kemiringan corong, memutar baut penyetel pada kerangka utama dudukan corong.

Kompresor :

- A. Mengosongkan isi tabung kompresor dari air dengan cara mengetab tabung dengan melepas baut tab yang berada pada bawah tabung kompresor.
- B. Mengisi kompresor sampai penuh
- C. Memasangkan keempat ujung selang yang menuju ke nozel pada kran yang ada pada kompresor, kemudian ikat ujung selang dengan klem pengikat.

Perakitan :

- A. Memasangkan dudukan utama nozel dan corong pada *chamber*.
- B. Membaut keempat ujung dudukan dan kencangkan dengan obeng.
- C. Mengecek kembali instalasi alat pembuat serbuk, pastikan semua komponen sudah terpasang dan tidak terjadi kebocoran.
- D. Mengatur penggunaan nozel dengan membuka/ menutup kran udara untuk mengatur jumlah nozel yang akan dipakai.



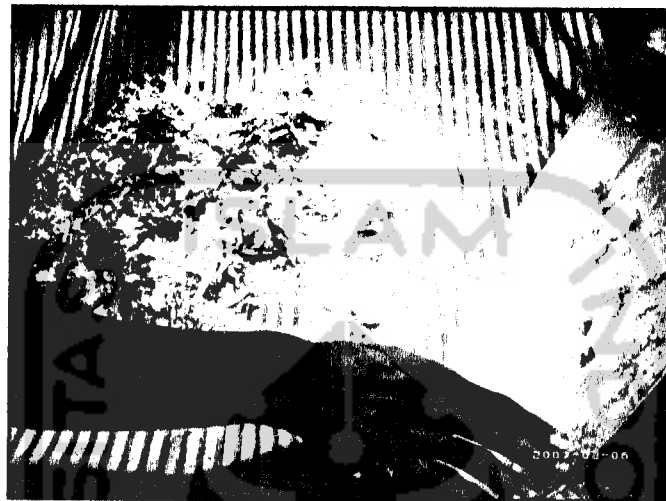
Gambar 4.11 Penuangan aluminium cair

Penuangan :

Pada tahap penuangan, harus menggunakan alat bantu berupa meja untuk membantu berdiri di samping alat, ini bertujuan untuk memudahkan dalam tahap penuangan.

- A. Memastikan logam cair sudah bersih dari terak dan kotoran selain logam cair.
- B. Pada saat proses penuangan, kompresor harus dalam keadaan hidup atau mengisi, hal ini bertujuan agar tekanan angin dalam proses ini selalu konstan.
- C. Langkah awal adalah membuka kran udara pada keempat nozel.
- D. Menuangkan logam cair pada corong secara konstan dan perlahan.
- E. Melakukan penuangan secara berulang sampai mendapat hasil serbuk sesuai yang diharapkan.
- F. Mematikan kompresor dan dapur peleburan, diamkan serbuk dalam *chamber* untuk proses pendinginan.
- G. Menyemprot dinding *chamber* dengan air untuk mencegah menempelnya serbuk pada dinding *chamber*.

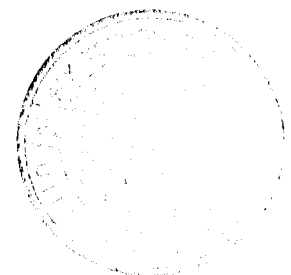
Pada saat penuangan, logam cair tidak mengalir dengan tegak lurus tetapi terjadi lengkungan, karena itu saat penuangan harus dengan perlahan-lahan untuk meminimalisasi lengkungan agar logam cair selalu jatuh tepat pada tengah nozel.

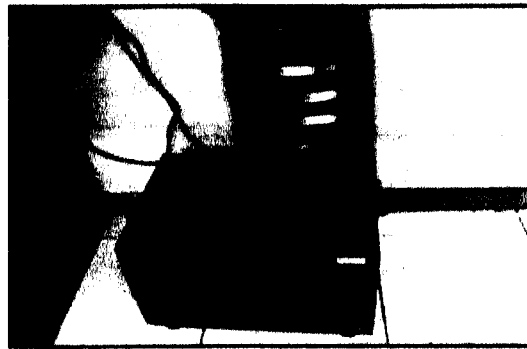


Gambar 4.12 Pengambilan serbuk

Pengambilan serbuk :

- A. Membuka tutup *chamber*, saring campuran serbuk dan air dengan menggunakan kain kassa., letakkan kain dibawah *chamber* dengan diberi alas agar serbuk tidak tumpah.
- B. Serbuk yang sudah terkumpul kemudian dikeringkan, agar mudah diambil dari kain kassa.
- C. Mengambil serbuk dari kain kassa dan tempatkan pada tempat yang steril dan kering.

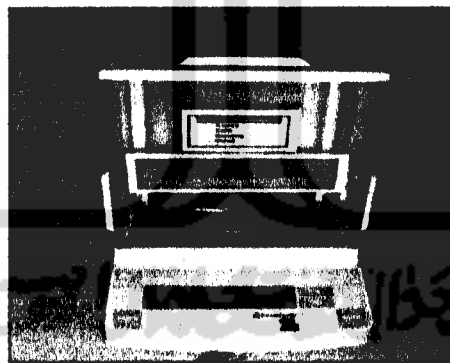




Gambar 4.13 Proses pengayakan

Pengayakan serbuk :

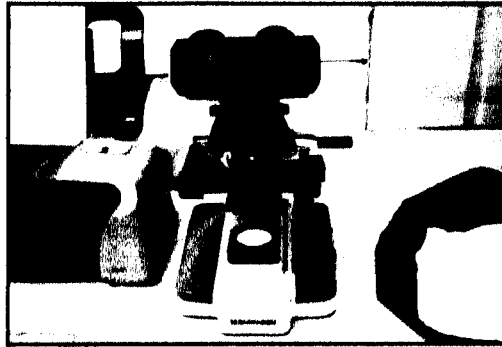
- A. Menyusun ayakan sesuai urutan mesh yang dibutuhkan, dari ukuran mesh terkecil sampai yang paling besar diameter lubangnya.
- B. Menuang serbuk pada ayakan paling atas, tutup ayakan dan kunci ayakan agar tidak lepas dari mesin ayak.
- C. Menyalakan mesin selama 15 (limabelas) menit
- D. Mengangkat ayakan dan ambil serbuk pada setiap mesh.
- E. Memisahkan serbuk pada setiap mesh menggunakan plastik katup.



Gambar 4.14 Timbangan digital

Penimbangan :

- A. Menghidupkan timbangan digital dengan menekan saklar *On / Off*
- B. Mengatur / mengeset timbangan pada posisi 0 (nol).
- C. Menimbang serbuk setiap *mesh* dan catat hasil penimbangan.

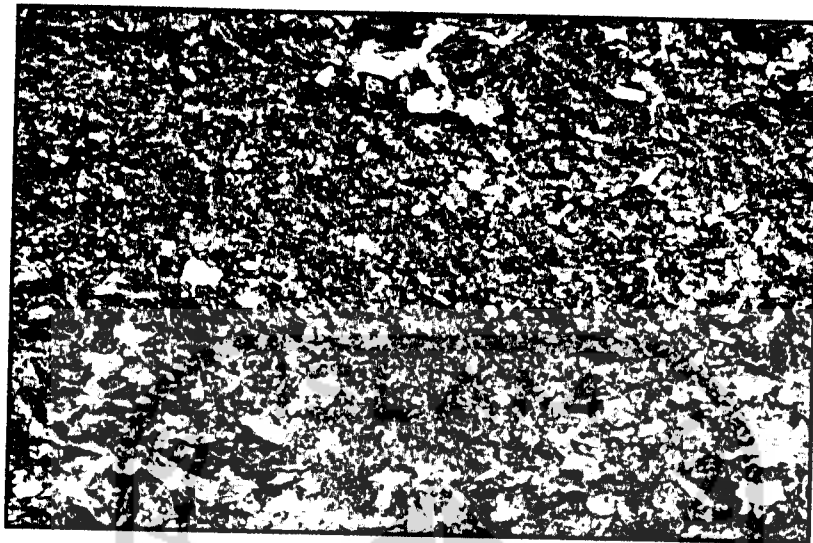


Gambar 4.15 Alat uji foto mikroskop

Foto mikroskop :

- A. Untuk Foto pembesaran menggunakan sampel serbuk hasil atomisasi udara berukuran mesh 200 / 75 Mikron besar lubang ayakan.
- B. Menggunakan mikroskop digital.
- C. Untuk pengujian foto mikroskop menggunakan 4,10,40 pembesaran lensa.
- D. Serbuk yang diuji adalah hasil atomisasi udara menggunakan 2 buah nozel.
- E. Hasil dari foto mikroskop bisa dilihat dan dianalisa.

4.4. HASIL SERBUK



Gambar 4.16 Hasil serbuk aluminium

1. Produk Hasil Metoda Atomisasi Udara Menggunakan 2 Nozel.



Gambar 4.17 Hasil serbuk aluminium setelah ayak.

Tabel 4.1. Hasil pengayakan proses atomisasi udara menggunakan 2 nozel.

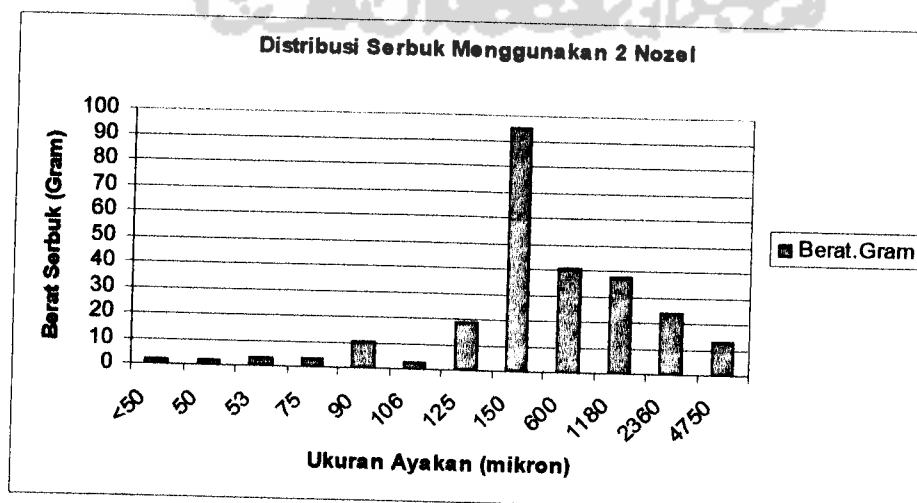
No	Sieve Size	Diameter lubang (Mikron)	Berat 2 Nozel	Persentase	Persen Kumulatif %
1	>300	<50	1.7	0.67	0.67
2	300	50	2.2	0.87	1.55
3	270	53	3.2	1.27	2.82
4	200	75	3.4	1.35	4.16
5	170	90	10.3	4.08	8.25
6	140	106	2.4	0.95	9.20
7	120	125	18.9	7.49	16.69
8	100	150	95.1	37.71	54.40
9	30	600	40.8	16.18	70.58
10	16	1180	37.3	14.79	85.37
11	8	2380	24.1	9.56	94.92
12	4	4750	12.8	5.08	100.00
Total			252.2	100.00	

Keterangan :

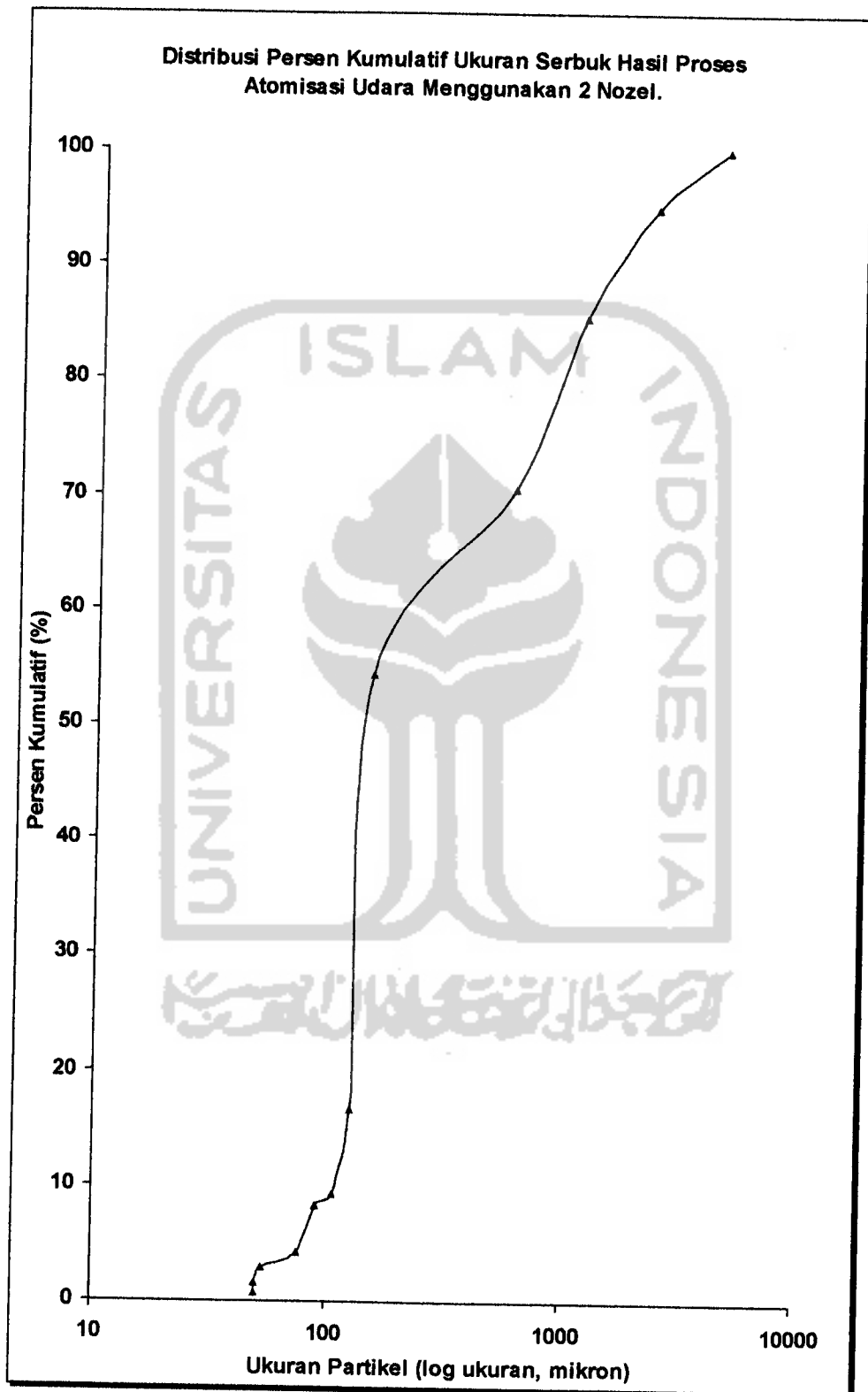
Bisa disebut serbuk (ukuran $1\mu\text{m}$ - 0,1 mm)

Tidak bisa disebut serbuk (ukuran lebih dari 0,1 mm)

Gambar 4.18 Grafik Berat Dari Tiap-tiap Mesh



Gambar 4.19 Grafik Persentase Kumulatif Partikel



4.5 BENTUK SERBUK

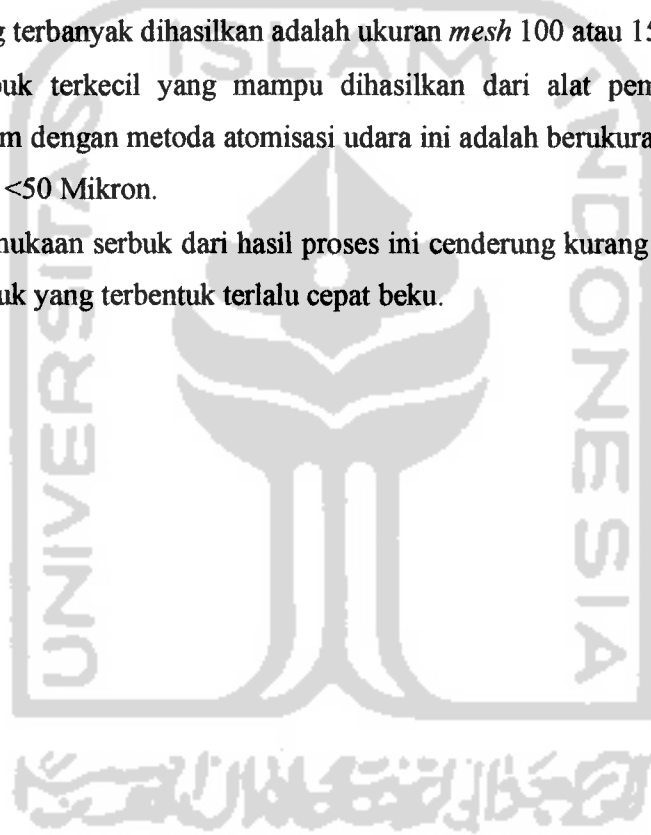
Hasil pembesaran mikroskop untuk pengujian ini menggunakan serbuk ukuran *mesh* 200 dengan 2 nozel pembesaran 4x, 10x, 40x



Gambar 4.20 hasil pembesaran mikroskop optic

4.6 HASIL ANALISA

- Serbuk yang dihasilkan cenderung berbentuk tetes air mata (*tear drop*) dan bulat (*spherical*) hal ini disebabkan tekanan udara yang mengekspansi logam cair terlalu besar jadi pembentukan serbuk bulat pada saat melayang kurang sempurna dan butiran serbuk cair sebelum terjadi proses pembulatan sudah membeku karena hembusan udara yang terlalu besar.
- Pada percobaan proses atomisasi udara menggunakan 2 nozel, serbuk yang terbanyak dihasilkan adalah ukuran *mesh* 100 atau 150 Mikron.
- Serbuk terkecil yang mampu dihasilkan dari alat pembuat serbuk logam dengan metoda atomisasi udara ini adalah berukuran *mesh* <300 atau <50 Mikron.
- Permukaan serbuk dari hasil proses ini cenderung kurang halus karena serbuk yang terbentuk terlalu cepat beku.



BAB V

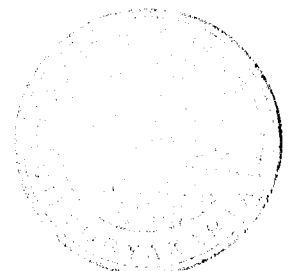
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

- Alat pembuat serbuk dengan metoda atomisasi udara ini bisa digunakan untuk membuat serbuk logam yang mempunyai titik lebur rendah antara lain Aluminium dan Timah.
- Alat ini sangat efisien untuk membuat serbuk logam dengan ukuran mesh 100 (150 Mikron) dengan menggunakan 2 Nozel.
- Alat ini bisa digunakan untuk membuat serbuk secara masal dan dengan biaya produksi yang murah.

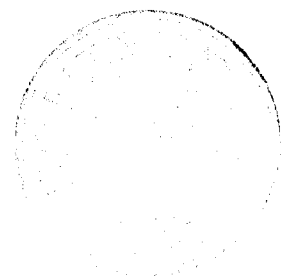
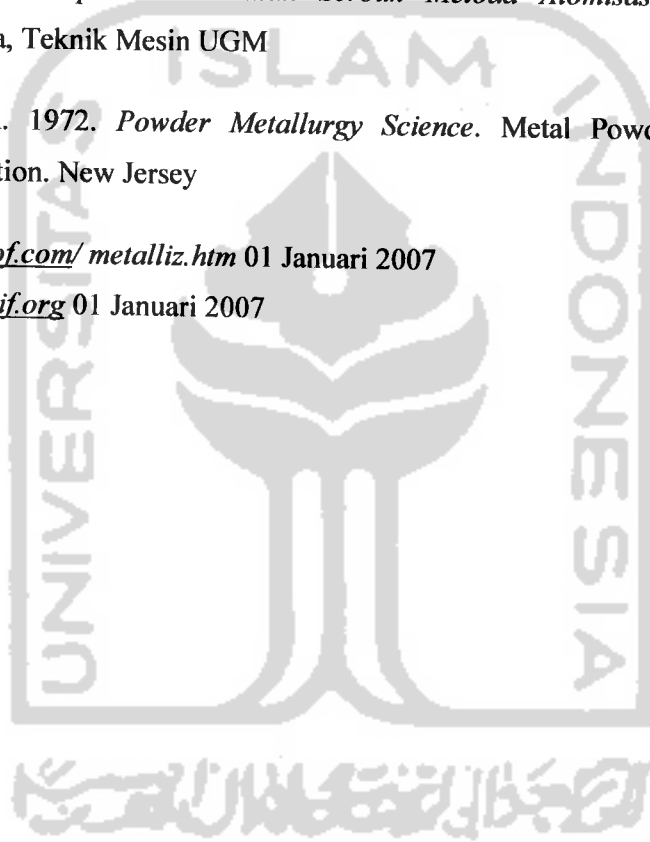
5.2. Saran

- Perlu dilakukan penyempurnaan alat lebih lanjut agar alat mampu menghasilkan serbuk yang berkualitas.
- Modifikasi alat dengan tekanan udara yang lebih tinggi agar hasil serbuk yang dihasilkan lebih halus.
- Variasi nozel ditambah dan didukung dengan tekanan udara yang besar dan konstan untuk menghasilkan serbuk yang lebih bagus.



DAFTAR PUSTAKA

- Ridlwan, M., 2005. *Pengaruh Sudut Serang Terhadap Efisiensi Dan Produktifitas Proses Pembuatan Serbuk Logam Dengan Metode Atomisasi Las Oksi-Asitilen*. Prosiding Seminar Nasional, Teknoin, Jogjakarta.
- Soedoyo, Peter., 1999. *Fisika Dasar*. Edisi Pertama, Andi Offset, Yogyakarta
- Harjanto, B. 2004. *Pengaruh Jumlah Nosel Terhadap Karakteristik Hasil Serbuk Alumunium pada Pembuatan Serbuk Metoda Atomisasi Air*. Tugas Sarjana, Teknik Mesin UGM
- German, M.R. 1972. *Powder Metallurgy Science*. Metal Powder Industries Federation. New Jersey
- <http://www.hvof.com/metalliz.htm> 01 Januari 2007
- <http://www.mpif.org> 01 Januari 2007

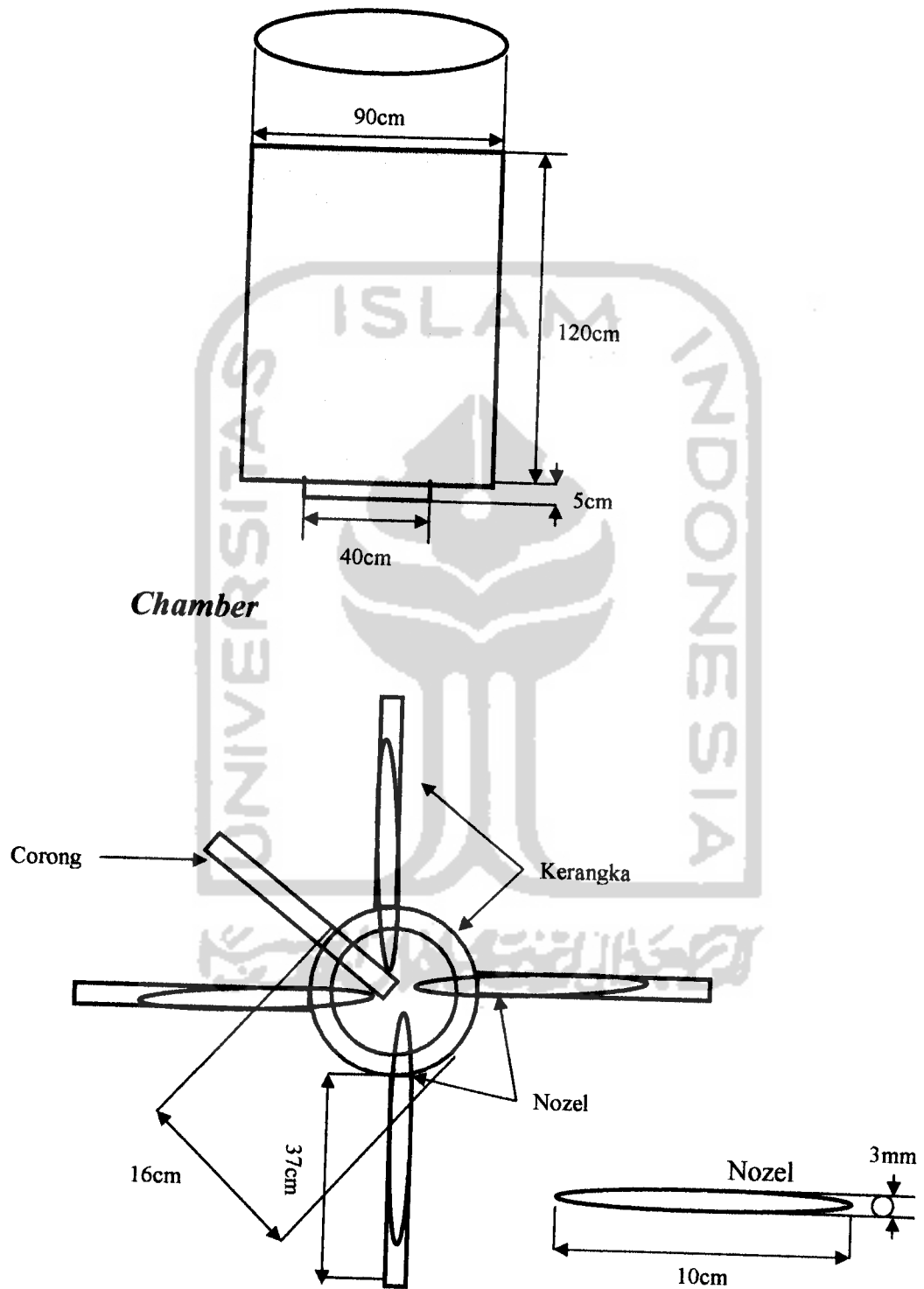




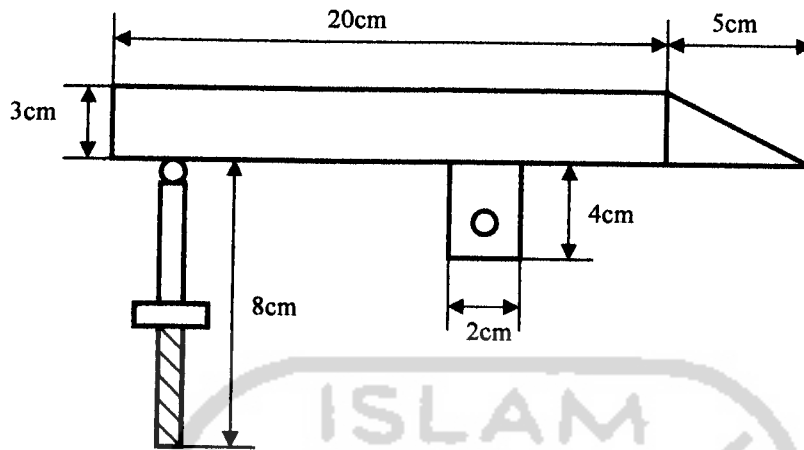
الجمعة الاشد الاضواء

LAMPIRAN

Dimensi ukuran alat atomisasi udara

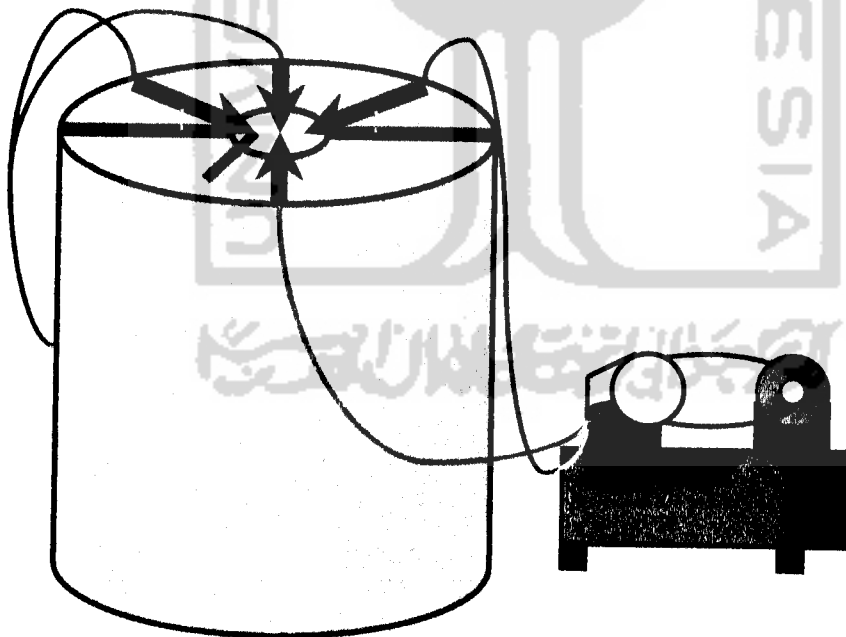


Nozel dan Corong



Corong

Alat Atomisasi Udara





Gambar 1. proses atomisasi



Gambar2. serbuk hasil atomisasi